

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-077181

(43)Date of publication of application : 14.03.2000

(51)Int.Cl.

H05B 33/02

H05B 33/24

(21)Application number : 10-247540

(71)Applicant : DENSO CORP

KIDO JUNJI

(22)Date of filing : 01.09.1998

(72)Inventor : SUZUKI HARUMI

KIDO JUNJI

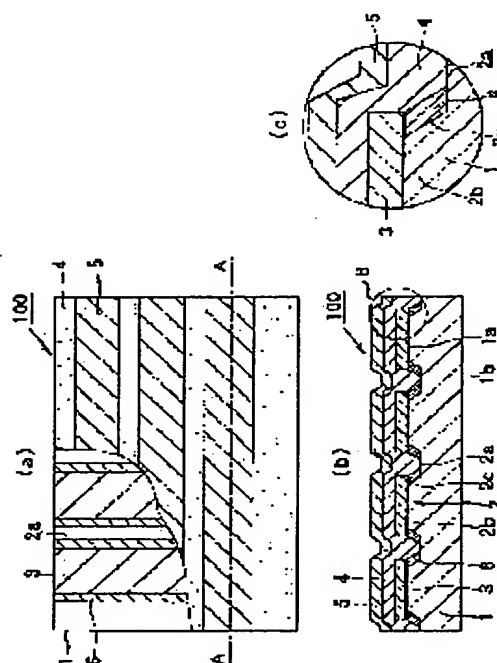
ISHIKAWA TAKESHI

## (54) ELECTROLUMINESCENT ELEMENT

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent light from leaking from the wall face of a ramp in a projecting or recessed part, in an EL element to bring down light below a transparent substrate by disposing a luminescent layer placed between a pair of electrodes on projecting parts among projecting and recessed parts formed on the transparent substrate.

**SOLUTION:** Plural striped and transparent electrodes 3 are formed on projecting parts 2b among plural striped projecting and recessed parts 2 formed on one side 1a of a transparent substrate 1, a luminescent layer 4 is formed on one side of the projecting parts 2b and the transparent electrodes 3, and plural striped counter electrodes 5 are formed on the luminescent layer 4. A light reflecting film 6 of aluminum and gold is formed on the wall side 2c of a ramp in each projecting or recessed part 2, and is electrically connected to each transparent electrode 3, while an adjacent light reflecting film 6 is electrically separated by the recessed part 2a.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

English Translation of [0029]~[0038]

[0029] Next, a manufacturing method for an EL element 100 according to this embodiment is described. Figs. 2(a) to 2(f) and Figs. 3(a) and 3(b) show an example of the manufacturing method. First, a transparent planer substrate K1 made of glass or the like is prepared (Fig. 2(a)) and projecting/recessed parts are formed on one surface of the planer substrate K1 through a physical method such as machining or a chemical method using a drug solution to form a substrate 1 having projecting/recessed parts 2 (Fig. 2(b)).

[0030] According to a physical method for formation of the projecting/recessed parts, first, a photosensitive resin is applied over a whole surface of the planer substrate K1, and then parts of the photosensitive resin where projecting parts 2b are to be formed are left through a photo process using a photo mask. Thereafter, through sand blast or ion irradiation, the substrate K1 is ground to obtain recessed parts 2a, and then by peeling the photosensitive resin off, the substrate 1 having the projecting/recessed parts 2 is obtained.

[0031] Alternatively, instead of using the photosensitive resin, a metal mask having opening parts corresponding to the recessed parts 2a is disposed immediately above the planer substrate K1 and sand blast or ion irradiation is performed from its upper surface side, thereby making it possible to obtain the substrate 1 having the projecting/recessed parts 2. Then, according to a chemical method for formation of the projecting/recessed parts, first, a photosensitive resin is applied over the whole surface of the planer substrate K1, and then parts of the photosensitive resin where a projecting parts 2b are to be formed are left through a photo process

using a photo mask. Thereafter, a drug solution according to the substrate K1, such as hydrofluoric acid for a glass substrate, is used for etching the substrate K1. After obtaining the recessed parts 2a, by peeling the photosensitive resin off, the substrate 1 having the projecting/recessed parts 2 is obtained.

[0032] Next, as shown in Fig. 2(c), a light reflecting film 6 is formed over the whole surface of the substrate 1 through sputtering, evaporation, or the like. Subsequently, a photosensitive resin is applied over a whole surface of the film, and a part of the photosensitive resin where a wall side 2c of a ramp in each projecting/recessed part 2 is to be formed is left through a photo process. Thereafter, the light reflecting film 6 is etched using an etchant (Fig. 2(d)). For example, when aluminum is used for the light reflecting film 6, potassium hydrate or thermal phosphoric acid is used as the etchant.

[0033] Then, the photosensitive resin is removed to obtain the substrate 1 having the light reflecting film 6 formed on the wall side 2c of the ramp. Next, film formation of transparent electrodes 3 is performed over a whole surface of the substrate through sputtering, evaporation, or the like as shown in Fig. 2(e). Thereafter, as shown in Fig. 2(f), the transparent electrodes 3 are patterned to obtain the substrate 1 having the transparent electrodes 3 on the projecting parts 2b electrically connected to the light reflecting film 6 on the wall side 2c of the ramp.

[0034] Subsequently, as shown in Fig. 3(a), a luminescent layer 4 is formed over a whole surface of the substrate. In the case of an inorganic EL, film formation of subsequently laminating three layers including an insulating film made of silicon oxide, an inorganic luminescent layer mainly made of zinc sulfide, and an insulating film made of silicon oxide is performed through sputtering or evaporation, for example. In the case of an organic EL, the film

formation thereof is performed through vacuum evaporation, spin coating, or the like.

[0035] After that, film formation through sputtering, evaporation, or the like and patterning through a photo process are performed on top of the substrate, thereby forming a counter electrode 5 (Fig. 3(b)). Thus, the EL element 100 shown in Fig. 1 is completed. Alternatively, the EL element 100 can also be manufactured using a method described below. Figs. 4(a) to 4(e) show another example of the manufacturing method for the EL element 100.

[0036] First, the transparent electrodes 3 are formed over a whole surface of the planer substrate K1 (Fig. 4(a)), and after a photosensitive resin is formed over whole surfaces of the transparent electrodes, parts of the photosensitive resin where the projecting parts 2b are to be formed are left through a photo process using a photo mask K2 (Fig. 4(b)). Thereafter, through sand blast or ion irradiation, the substrate K1 and the transparent electrodes 3 are ground to obtain the recessed parts 2a, and then by peeling the photosensitive resin off, the substrate 1 having the transparent electrodes 3 formed on the projecting/recessed parts 2 and the projecting parts 2b is obtained (Fig. 4(c)).

[0037] Note that even without using the photosensitive resin, a metal mask having opening parts corresponding to the recessed parts 2a is disposed immediately above the planer substrate K1 and sand blast or ion irradiation is performed from its upper surface side, thereby making it possible to obtain a similar substrate 1 having the projecting/recessed parts 2. Next, the light reflecting film 6 is formed over the whole surface of the substrate (Fig. 4(d)), and a photosensitive resin is applied over a whole surface of the film. Then, a part of the photosensitive resin where the wall side 2c of the ramp in each projecting/recessed part 2 is to be formed is left through a photo process.

[0038] Thereafter, the light reflecting film 6 is etched using an etchant (Fig. 4(e)). Then, the photosensitive resin is removed, thereby obtaining the substrate 1 having the light reflecting film 6 formed on the wall side 2c of the ramp and electrically connected to the transparent electrodes 3 of the projecting parts 2b. Subsequently, the luminescent layer 4 and the counter electrode 5 are formed on top of the substrate as in Fig. 3, thereby obtaining the EL element 100 shown in Fig. 1.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2000-77181  
(P2000-77181A)

(43)公開日 平成12年3月14日(2000.3.14)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
H 0 5 B 33/02		H 0 5 B 33/02	3 K 0 0 7
33/24		33/24	

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平10-247540

(22)出願日 平成10年9月1日(1998.9.1)

(71)出願人 000004260  
株式会社デンソー  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(71)出願人 597011728  
城戸 淳二  
奈良県北葛城郡広陵町馬見北9-4-3

(72)発明者 鈴木 晴規  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

(74)代理人 100100022  
弁理士 伊藤 洋二 (外1名)

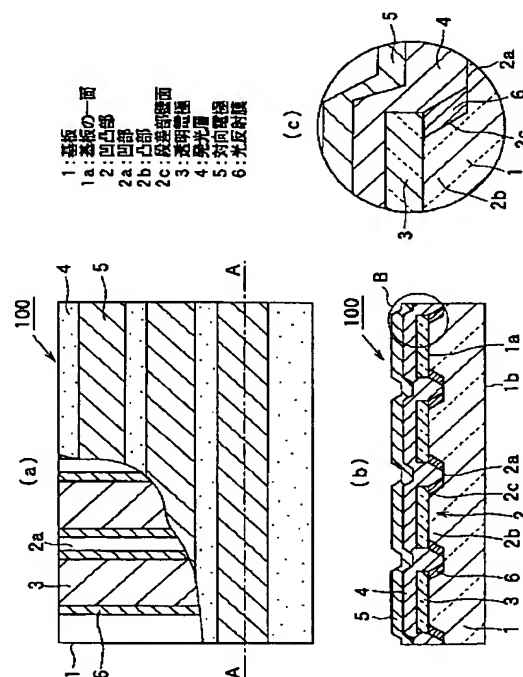
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 E L 素子

(57)【要約】

【課題】 透明基板上に形成された凹凸部の凸部に一對の電極で挟まれた発光層を配置し、透明基板下方に光の取出しを行なう E L 素子において、凹凸部の段差部壁面からの光の漏洩を防止する。

【解決手段】 透明な基板 1 の一面 1 a に形成されたストライプ状の複数の凹凸部 2 のうち凸部 2 b 上には、ストライプ状の複数の透明電極 3 が形成され、凸部 2 b 及び透明電極 3 上には発光層 4 が一面に形成され、発光層 4 上には透明電極 3 と直交したストライプ状の複数の対向電極 5 が形成されている。そして、各凹凸部 2 の段差部壁面 2 c には、アルミニウムや金等からなる光反射膜 6 が形成され、各透明電極 3 と電氣的に接続されていると共に、隣接する各光反射膜 6 は凹部 2 a にて電氣的に分断されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 透明基板 (1) と、この透明基板 (1) の一面 (1 a) 上に形成された透明な第 1 電極 (3) と、この第 1 電極 (3) 上に形成された発光層 (4) と、この発光層 (4) 上に形成された第 2 電極 (5) とを備え、前記発光層 (4) からの光を前記透明基板 (1) の他面 (1 b) 側に取り出すようにした E L 素子において、

前記透明基板 (1) の前記一面 (1 a) には凹凸部

(2) が形成され、

前記第 1 電極 (3) は前記凹凸部 (2) のうち凸部 (2 b) 上に形成され、

少なくとも前記凹凸部 (2) の段差部壁面 (2 c) に、光反射膜 (6) が形成されていることを特徴とする E L 素子。

【請求項 2】 前記光反射膜 (6) は、金属材料から構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の E L 素子。

【請求項 3】 前記凹凸部 (2) は複数個形成され、前記複数個の凹凸部 (2) の各々において、前記第 1 電極 (3) は前記凸部 (2) 上に形成され、かつ、前記光反射膜 (6) は前記段差部壁面 (2 c) に形成されており、

隣接する前記第 1 電極 (3) と前記光反射膜 (6) とは電氣的に導通されるとともに、隣接する前記光反射膜

(6) は前記凹部 (2 a) にて電氣的に分断されていることを特徴とする請求項 2 に記載の E L 素子。

【請求項 4】 前記凹凸部 (2) は複数個形成され、前記複数個の凹凸部 (2) の各々において、前記第 1 電極 (3) が前記凸部 (2 b) 上に形成され、かつ、前記光反射膜 (6) は、前記段差部壁面 (2 c) を含む前記凹部 (2 a) の全面に形成されており、隣接する前記第 1 電極 (3) と前記光反射膜 (6) とは電氣的に導通されていることを特徴とする請求項 2 に記載の E L 素子。

【請求項 5】 前記凹凸部 (2) は前記透明基板 (1) そのものに形成されていることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 つに記載の E L 素子。

【請求項 6】 前記凹凸部 (2) は、前記透明基板 (1) の前記一面 (1 a) 上に突出して形成された膜部材 (8) を前記凸部 (2 b) とし、前記透明基板 (1) の前記一面 (1 a) のうち前記膜部材 (8) の非形成部を前記凹部 (2 a) として構成されていることを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 つに記載の E L 素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、薄膜型ディスプレイや照明器具等に適用される E L 素子 (エレクトロルミネッセンス素子) に関し、特に、光の取り出し効率の向

上に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 一般に、E L 素子は、無機 E L と有機 E L に分類される。図 14 (a) に示すように、無機 E L は、一般に、ガラス等の透明基板上に、硫化亜鉛を主材料とする無機発光層 301 を酸化シリコンなどの絶縁層 302 で挟んだ 3 層からなる発光層 304 を有し、更に発光層 304 の上下を、透明な下部電極 305 と金属薄膜等からなる上部電極 306 とで挟んだ構造をとっている。そして、電極 305、306 間に 200 V 程度の高交流電圧を印加すると、電圧印加時に無機発光層 301 と絶縁層 302 界面から放出される電子が加速し、無機発光層 301 中のドーパント原子を励起し発光に至る。

【0003】 また、図 14 (b) に示すように、有機 E L は、蛍光有機化合物を含む発光層 (薄膜) 401 を、陽極 402 と陰極 403 とで挟んだ構造を有する。そして、両極 402、403 に 10 V 程度の直流電圧を印加し、前記薄膜 401 に電子および正孔を注入して再結合させることにより、励起子を生成し、この励起子の失活する際の光の放出を利用して発光に至る。

【0004】 従来、これら薄膜表示素子において、ガラス等の透明基板の端面からの光の漏洩が大きく、視野方向である基板下面の表示輝度が低下している。そして、この時の光の外部取り出し効率は、一般に 20 % 程度である。そのため、必要な輝度を得るためには投入電力が高くなるなどの問題があり、この高い投入電力はエネルギー上の問題のみならず、素子に及ぼす負荷を増大し、信頼性を低下させる。

【0005】 ここで、図 5 に、無機 E L を例にとった場合の上記光漏洩の様子を示す。平面状の透明基板 K1 においては、光路 102 のように基板下面 K1 a に低角で入射する光は、空気と基板 K1 との屈折率の違いから、基板 K1 と空気との界面で全反射され、基板 K1 の側面から漏洩する (図 5 中、破線矢印)。この時の全反射の条件は、屈折率の違いから、臨界角  $\alpha$  として求まる。よって、発光層からの光のうち、この角度  $\alpha$  以上で入射する光は基板の側面に漏洩する。

【0006】 この光の外部取り出し効率を向上させる目的で、素子の基板に凹凸を形成したもの (特開平 1-186587 号公報、特開平 3-46791 号公報) が提案されている。これらは、無機 E L において、屈折率の大きく異なる発光層と下部絶縁層との間での反射光を効率良く、基板下方へ取り出すためのものである。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、本発明者等が、上記従来技術に基づいて、凹凸部を形成した基板を試作し検討した結果、屈折率の大きく異なる発光層材料と下部絶縁層との間での反射光を効率良く取り出して光の漏洩を低減できるものの、基板上の凹凸部の段差部壁面から、視野方向外への光の漏洩があることがわか

った。その様子を図 6 に示す。

【0008】図 6 は、本発明者等の試作品であり、基板 1 に凹凸部 2 を設け、その凸部 2 b に透明な下部電極（透明電極）3、その上に発光層 4、その上に上部電極（対向電極）5 を積層した構成としている。この EL 素子においては、凹凸部 2 の斜面すなわち段差部壁面 2 c への光の入射角  $\gamma$  が、臨界角  $\alpha$  以上であれば、光路 103 のように、凹凸部 2 の段差部壁面 2 c での全反射が起こり、視野方向へ光が取り出せる。

【0009】よって、視野方向外となるように基板 1 下面 1 b に入射する光が減少し、基板 1 2 の側面から漏洩しにくくなる。しかしながら、この構造においても、段差部壁面 2 c への光の入射角  $\gamma$  が臨界角  $\alpha$  以下の光路（図 6 中、破線矢印に示す光路 102）の光は、あるため、この光は段差部壁面 2 c から漏洩し、やはり表示輝度の低下が問題となる。

【0010】そこで、本発明は上記問題点に鑑みて、透明基板上に形成された凹凸部の凸部に一對の電極で挟まれた発光層を配置し、透明基板下方に光の取出しを行なう EL 素子において、凹凸部の段差部壁面からの光の漏洩を防止することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項 1 記載の発明では、透明基板（1）一面（1 a）上に透明な第 1 電極（3）、発光層（4）、第 2 電極（5）を順次積層してなり、発光層（4）からの光を透明基板（1）他面（1 b）側に取り出すようにした EL 素子において、透明基板（1）の一面（1 a）に凹凸部（2）を形成し、その凸部（2 b）上に第 1 電極（3）を形成し、少なくとも凹凸部（2）の段差部壁面（2 c）に光反射膜（6）を形成したことを特徴としている。

【0012】それによって、発光層（4）から第 1 電極（3）の下方へ向かう光は、凹凸部（2）の段差部壁面（2 c）に形成された光反射膜（6）によって全反射する。そのため、エレクトロルミネッセンスによる発光を、光取出し側である透明基板（1）の他面（1 b）側から視野方向に効率よく取出すことができ、段差部壁面（2 c）からの光の漏洩を防止できる。

【0013】よって、基板下面への光の取り出し効率を向上させることができ、結果的に、輝度の高い EL 素子または同一の輝度を得るための投入電力の低下が実現できる。ここで、発光層（4）は、少なくとも 1 層の有機化合物からなる発光層を有するもの（有機 EL）、あるいは、無機物からなる発光層を有するもの（無機 EL）のどちらでもよい。

【0014】しかし、特に、本発明は、発光層（4）下部の第 1 電極（3）を透過してきた光の取り出し効率の向上を実現できるため、無機 EL に比べて、第 1 電極（3）と発光層（4）の屈折率が近い有機 EL における

光の取り出し効率の向上効果が高い。また、光反射膜

（6）は、可視光を反射するものとして、請求項 2 記載の発明のように、金属材料から構成されていることが好ましい。具体的には、アルミニウム、金、銀、銅、マグネシウムなどの金属材料を採用できる。

【0015】また、請求項 3 及び請求項 4 記載の発明は、複数個形成された各々の凹凸部（2）において、第 1 電極（3）を凸部（2 b）上に形成し且つ金属製の光反射膜（6）を段差部壁面（2 c）に形成した EL 素子に関するものである。このような複数電極型の EL 素子において、請求項 3 記載の発明では、隣接する第 1 電極（3）と光反射膜（6）とを電氣的に導通するとともに、隣接する光反射膜（6）を凹部（2 a）にて電氣的に分断させたことを特徴としている。

【0016】光反射膜（6）を凹部（2 a）にて電氣的に分断させるとは、具体的には、光反射膜（6）を段差部壁面（2 c）のみに形成し、凹部（2 a）底面には形成しないことで達成される。それによって、請求項 1 の発明の効果に加えて、隣接する第 1 電極（3）同士の絶縁が確保される。よって、例えば、第 1 及び第 2 電極（3、5）とがマトリクスを構成するマトリクス型 EL 素子等に代表される部分表示可能な EL 素子を提供できる。また、第 1 電極（3）は、金属製の光反射膜（6）と電氣的に導通しているから、光反射膜（6）を補助電極として第 1 電極（3）の低抵抗化が図れる。

【0017】また、請求項 4 記載の発明では、上記複数電極型の EL 素子において、金属製の光反射膜（6）を段差部壁面（2 c）を含む凹部（2 a）の全面に形成し、隣接する第 1 電極（3）と光反射膜（6）とを電氣的に導通したことを特徴としており、光反射膜（6）を介して隣接する第 1 電極（3）同士を全て導通させることができ、請求項 3 記載の発明とは逆に全面表示型の EL 素子を提供できる。

【0018】ここで、請求項 5 または請求項 6 記載の発明のように、凹凸部（2）は、透明基板（1）そのものに形成されたものでもよいし、透明基板（1）の一面（1 a）上に突出して形成された膜部材（8）を凸部（2 b）とし、透明基板（1）の一面（1 a）のうち膜部材（8）の非形成部を凹部（2 a）として構成されたものでもよい。

【0019】なお、上記した括弧内の符号は、後述する実施形態記載の具体的手段との対応関係を示す一例である。

【0020】

【発明の実施の形態】（第 1 実施形態）本発明の第 1 実施形態に係る EL 素子 100 を図 1 の説明図に示す。本実施形態ではマトリクス型の表示画素を持つ EL 素子としている。図 1 において、（a）は EL 素子 100 の一部切欠平面、（b）は（a）の A-A 断面、（c）は（b）における B 部分の拡大構成を示す。なお、図 1



(a)を含め、以下、各図において平面構成を示す図にも、ハッチングが施してあるが、便宜上施したものであり、断面ではない。

【0021】基板（透明基板）1は、ガラス等の透明絶縁性材料からなる透明な基板であり、一面1aに複数の凹凸部2が形成されている。本例では凹凸部2は基板1の一面1aを削ることにより凹部2aを形成し、削らない部分を凸部2bとして形成したものである。図1

(a)及び(b)に示す様に、凹部2aと凸部2bとは平面ストライプ状に形成されている。

【0022】これら複数の凹凸部2が形成された一面1aにおいて各凸部2b上には、透明電極材料であるインジウム-錫の酸化物(ITO)等からなる複数の透明電極(第1電極)3が、凸部2bに対応して平面ストライプ状に形成されている。そして、各凹部2a及び各透明電極3の上には、上記したような無機ELまたは有機ELに用いられる材料にて発光層4が一面に渡って形成されている。

【0023】ここで、本発明における発光層4は、無機ELタイプにおいては、上記図14(a)にて述べたように、硫化亜鉛等を主材料とする無機発光層を酸化シリコンなどの絶縁層で挟んだ3層からなり、一方、有機ELタイプにおいては、上記図14(b)にて述べたように、蛍光有機化合物を含む発光層を複数(例えば2〜5層)積層した積層膜からなる。

【0024】ここで、蛍光有機化合物としては、例えば、公知の $\alpha$ -NPD( $\alpha$ -ナフチルフェニルベンゼン)、TPD(テトラフェニルジアミン)、ALQ(キノリノールアルミ錯体)、BALQ(ビス(2-メチル-8-キノリノラート)(2、3-ジメチルフェノラート)アルミニウム)、PVK(ポリビニルカルbazol)等が採用できる。

【0025】そして、この発光層4の上には、複数の対向電極(第2電極)5が形成されている。対向電極5は平面ストライプ状をなし、このストライプが透明電極3のストライプと直交するように対向配置されている(図1(a)参照)。これら対向電極5は透明でもよいが、通常、光を透過しない電極材料が用いられ、無機ELにおいては、例えばアルミニウム等、有機ELにおいては、例えばフッ化リチウム、アルミニウム、及びマグネシウムと銀との合金等が採用できる。

【0026】ここで、各々の凹凸部2において、透明電極3が形成された凸部2bと隣接する凹部2aとによって構成される段差部壁面2cには、アルミニウム、銀、金などの金属材料からなる光反射膜6が形成されている。そして、この光反射膜6によって、発光層4から第1電極3の下方へ向かう光を全反射するようになっている。

【0027】また、この光反射膜6は、ほぼ段差部壁面2cにのみ形成されており、凹部2aには形成されず、

隣接する光反射膜6同士は電氣的導通を分断されている。そして、図1(c)に示す様に、各々の凹凸部2において、隣接する透明電極3と電氣的に接続され導通している。従って、各透明電極3は互いに絶縁されるため、両電極3、5の直交部分を画素としたマトリクス型のEL素子が構成される。

【0028】かかる構成を有するEL素子100においては、図示しない駆動回路によって各電極3、5に電圧を印加することで、両電極3、5の直交部分(画素)にて発光層4を発光させる。この光は透明電極3及び基板1から、基板1の他面1b、即ち基板下面に取出される。ここで、光反射膜6は金属製であるため、補助電極として機能し、導通する透明電極3の低抵抗化に貢献している。

【0029】次に、本実施形態のEL素子100の製造方法について述べる。製造方法の一例を図2(a)〜(f)及び図3(a)及び(b)に示す。最初に、ガラス等からなる透明な平面基板K1を用意し(図2(a))、機械加工などによる物理的方法あるいは薬液による化学的方法により、平面基板K1の一面に凹凸を形成し、凹凸部2を有する基板1を作製する(図2(b))。

【0030】凹凸形成の物理的方法としては、まず、平面基板K1上に感光性樹脂を全面塗布後、フォトマスクを用いたフォトリソプロセスにより、凸部2bを形成する部分の感光性樹脂を残す。その後、サンドブラストまたは、イオン照射により基板K1を削って凹部2aを得た後、感光性樹脂を剥がすことで、凹凸部2を有した基板1を得る。

【0031】また、感光性樹脂を用いなくとも、凹部2aに対応した開口部を有した金属マスクを平面基板K1の直上に配置し、サンドブラストまたは、イオン照射を上面から実施することで、凹凸部2を有した基板1を得ることが可能である。さらに、凹凸形成の化学的方法としては、まず、平面基板K1上に感光性樹脂を全面塗布後、フォトマスクを用いたフォトリソプロセスにより、凸部2bを形成する部分の感光性樹脂を残す。その後、基板K1に応じた薬液、例えばガラス基板であればフッ酸を用いて、基板K1をエッチングする。凹部2aを得た後、感光性樹脂を剥がすことで、凹凸部2を有した基板1を得る。

【0032】次に、図2(c)に示すように、基板1上に、光反射膜6をスパッタ法や蒸着法等により全面成膜する。続いて、その上に、感光性樹脂を全面塗布後、フォトリソプロセスにより凹凸部2の段差部壁面2c部分の感光性樹脂を残す。その後、エッチング液を用いて光反射膜6をエッチングする(図2(d))。例えば、光反射膜6にアルミニウムを用いた場合、エッチング液として水酸化カリウムや熱リン酸などを用いる。

【0033】そして、感光性樹脂を取り除き、段差部壁

面 2 c に光反射膜 6 が形成された基板 1 を得る。次に、その上に、図 2 (e) に示すように、透明電極 3 をスパッタ法や蒸着法等により全面成膜する。その後、図 2 (f) に示すように、透明電極 3 をパターンニングし、凸部 2 b 上の透明電極 3 と段差部壁面 2 c 上の光反射膜 6 とが電気的に導通された基板 1 を得る。

【0034】続いて、図 3 (a) に示すように、その上に発光層 4 を全面形成する。無機 EL の場合は、スパッタ法や蒸着法等により、酸化シリコンなどの絶縁層、硫化亜鉛等を主材料とする無機発光層、酸化シリコンなどの絶縁層と順次、3 層を積層成膜する。有機 EL の場合は、真空蒸着法やスピコート法等により、成膜を行なう。

【0035】その後、その上に、スパッタ法や蒸着法等による成膜及びフォトリソプロセスによるパターンニングを行なうことにより、対向電極 5 を形成する (図 3

(b))。こうして、図 1 に示す EL 素子 100 が完成する。また、EL 素子 100 は、以下に述べるような方法によっても製造できる。図 4 (a) ~ (e) は、EL 素子 100 の製造方法の他の例を示す図である。

【0036】まず、平面基板 K 1 上に、透明電極 3 を全面成膜し (図 4 (a))、その上に感光性樹脂を全面塗布後、フォトリソマスク K 2 を用いたフォトリソプロセスにより凸部 2 b を形成する部分の感光性樹脂を残す (図 4

(b))。その後、サンドブラストまたはイオン照射により、基板 K 1 及び透明電極 3 を削って凹部 2 a を得た後、感光性樹脂を剥がすことで、凹部 2 a 及び凸部 2 b 上に形成された透明電極 3 を有する基板 1 を得る (図 4 (c))。

【0037】なお、感光性樹脂を用いなくとも、凹部 2 a に対応した開口部を有する金属マスクを平面基板 K 1 の直上に配置し、サンドブラストまたはイオン照射を上面から実施することでも、同様の基板 1 を得ることが可能である。次に、光反射膜 6 を全面成膜し (図 4 (d))、その上に、感光性樹脂を全面塗布後、フォトリソプロセスにより凹部 2 の段差部壁面 2 c 部分の感光性樹脂を残す。

【0038】その後、エッチング液を用いて光反射膜 6 をエッチングする (図 4 (e))。そして、感光性樹脂を取り除くと、段差部壁面 2 c に形成されて、凸部 2 b の透明電極 3 と電気的に導通した光反射膜 6 を有する基板 1 が得られる。続いて、その上に、図 3 同様に、発光層 4 及び対向電極 5 を形成することにより、図 1 に示す EL 素子 100 が得られる。

【0039】この図 4 に示す他の例においては、上記図 2 及び図 3 に示す例に比べて、基板の凹凸加工と透明電極のパターンニングとを同時にできるという利点がある。つまり、プロセスが簡略化可能で、低コスト化できる。次に、本実施形態における光取り出し効率の向上作用について、上記図 5 及び図 6、及び、本実施形態の光取り

出し作用の説明図である図 7 を参照して述べる。なお、上述のように、図 5 は上記図 14 (a) に示した従来無機 EL を例にとったものである。また、図 6 は本発明者等の試作品であり、図 6 中、図 1 の EL 素子 100 と同一部分には同一符号を付してある。

【0040】図 5 に示すような従来の平面基板 (通常ガラス製) K 1 においては、光路 102 のように、基板 K 1 下面 K 1 a に低角で入射する光は、空気 (屈折率: 1) とガラス (屈折率: 1.5 ~ 1.65) の屈折率の違いから、基板 K 1 と空気の界面で全反射され、破線矢印で示す様に、基板 K 1 の側面から漏洩する (光路 102)。

【0041】この時の全反射の条件は、屈折率の違いから、臨界角  $\alpha$  として求まる。ここにおいて、 $\sin \alpha =$  (出射側の材料の屈折率 / 入射側の材料の屈折率) の関係があり、基板 K 1 に屈折率: 1.5 のガラスを用いた場合、臨界角  $\alpha$  は  $42^\circ$  となる。よって、発光層 304 からの光のうち、この角度以上で入射する光は基板 K 1 の側面に漏洩する。

【0042】これに対して、図 6 に示すような基板 1 に凹凸部 2 を設けた構造の EL 素子においては、凹凸部 2 の段差部壁面 2 c への光の入射角  $\gamma$  が、臨界角  $\alpha$  以上であれば、光路 103 のように、段差部壁面 2 c で全反射が起こり、視野方向への光が取り出せる。よって、図 5 の光路 102 のように、視野方向外となるように基板 1 下面 1 b に入射する光が減少し、基板 1 の側面から漏洩しにくくなる。しかしながら、この構造においても、段差部壁面 2 c への光の入射角  $\gamma$  が、臨界角  $\alpha$  以下の光路の光、すなわち、図 6 に示す様に、凹凸部 2 の段差部壁面 2 c から漏洩する光路 102 のような光はある。

【0043】これらに対して、本実施形態の EL 素子 100 は、漏洩経路である凹凸部 2 の段差部壁面 2 c に光反射膜 6 を形成することで、段差部壁面 2 c への入射角によらず、全ての光が光反射膜 6 によって全反射される。そのため、図 6 に示した様な段差部壁面 2 c から漏洩する光路 102 の光は無く、図 7 に示す様に、段差部壁面 2 c での反射光路 103 になる。

【0044】こうして、本実施形態では、エレクトロルミネッセンスによる発光を、光取り出し側である基板 1 の他面 (基板下面) 1 b 側から視野方向に効率よく取出すことができ、段差部壁面 2 c からの光の漏洩を防止できる。ちなみに、本発明者らの検討によれば、EL 素子 100 において、基板下面への光の取り出し効率は、従来のものより向上させることができた。

【0045】ここで、凸部 2 b の突出高さ即ち段差の大きさは、特に限定するものではないが、 $0.1 \mu\text{m}$  から  $1 \text{mm}$  程度が好ましい。また、図 8 は凹凸部 2 の段差部形状の各例を示す図であるが、段差部は直線的な形状 (図 8 (a)) でなくとも、図 8 (b) 及び (c) に示す様な形状でもよい。また、段差の角度  $\beta$  は、 $30^\circ$  か

ら 90° 程度が好ましい。ここで、段差角度  $\beta$  は、テーパのついたダイシングソーで段差部を削ったり、または、小さな溝加工を施した後に、エッチング又はイオン照射により溝を広げて、凹部 2a を形成することで、上記範囲の段差角度  $\beta$  が得られる。

【0046】ところで、本実施形態によれば、基板 1 下面 1b への光の取り出し効率を向上させることができるから、結果的に、輝度の高い EL 素子または同一の輝度を得るための投入電力の低下が実現できる。特に、本実施形態は、発光層 4 下部の透明電極 3 を透過してきた光の取り出し効率の向上を実現できるため、無機 EL に比べて、透明電極 3 と発光層 4 の屈折率が近い有機 EL (例えば有機層の屈折率は 1.6 程度で ITO やガラスに近い) における光の取り出し効率の向上効果が高い。

【0047】また、本実施形態によれば、光反射膜 6 をほぼ段差部壁面 2c のみに形成し、凹部 2a 底面には形成しないことで、光反射膜 6 を凹部 2a にて電氣的に分断させているから、隣接する透明電極 3 同士の絶縁が確保される。よって、本実施形態のように、マトリクス型 EL 素子において部分表示可能な EL 素子を提供できる。また、透明電極 3 は、金属製の光反射膜 6 と電氣的に導通しているから、光反射膜 6 を補助電極として低抵抗化が図れる。

【0048】さらに、この光反射膜 6 を補助電極とすることにより、透明電極 3 の導電性の低さによる電圧効果に起因する輝度むらの低減につながる。例えば、有機 EL 素子の場合、補助電極を使用しないと、輝度むらが目立たないディスプレイの最大サイズは、対角数インチといわれている。本発明者等の検討によれば、金属製の光反射膜 6 を補助電極として使用すると、10 インチ以上の大画面化が実現可能である。

【0049】さらに、光反射膜 6 は、ガラスや透明電極に比べ熱伝導性の高い金属膜を用いるため、EL 素子の発光の際の発熱を高率よく伝搬させることが可能であり、熱的な素子劣化を防止することが可能である。結果として、素子の長寿命化が達成できる。(第 2 実施形態) 本実施形態は、全面表示型の EL 素子に関するもので、上記第 1 実施形態を变形したものである。図 9 に本実施形態に係る EL 素子を示す。図 9 において、(a) は本実施形態の第 1 例としての EL 素子 200 の平面構成図、(b) は本実施形態の第 2 例としての EL 素子 300 の平面構成図、(c) は (a) 及び (b) の A-A 断面図、(d) は (c) の A-A 断面の变形例である。なお、図 9 (a) 及び (c) の各平面図は、発光層 4 と対向電極 5 は省略してある。

【0050】図 9 (a) 及び (b) に示す様に、EL 素子 200 は、上記図 1 に示す EL 素子 100 に比べて、金属製の光反射膜 6 を段差部壁面 2c を含む凹部 2a の全面に形成し、隣接する透明電極 3 と光反射膜 6 とを電氣的に導通したことが、異なるところである。これは、

光反射膜 6 のパターンニング形状を変えることで製造できる。

【0051】また、図 9 (c) 及び (d) に示す EL 素子 300 は、図 9 (a) 及び (b) に示す EL 素子 200 において、透明電極 3 の形状と配置を変えたものである。EL 素子 300 では、凸部 2b 及び透明電極 3 を平面円形とし略千鳥状に配列させているため、各透明電極 3 の円形周辺が全て光反射膜 6 で覆われている。そのため、全ての方向において、上記図 6 に示したような段差部壁面 2c から漏洩する光路 102 が無く、最も光の取り出し効率が向上する。

【0052】また、凸部 2b 及び透明電極 3 が平面円形であるため、図示例のように略千鳥状の配列によって、透明電極 3 を、基板 1 平面内で最も細密な配置 (最密充填) とすることが可能となる。従って、基板 1 の単位面積当たりの透明電極 3 の割合を多くとることが可能であり、開口率が高く、面全体で高輝度な EL 素子が実現可能である。

【0053】ここで、両 EL 素子 200、300 においては、その A-A 断面は、図 9 (c) のように、単に凹部 2a 全体が光反射膜 6 で埋まっているものでなくとも、図 9 (d) に示すようなものでもよい。図 9 (d) は光反射膜 6 上部の凹部を埋めるように絶縁層 7 を配置した構造である。ここで、光反射膜 6 の凹部 2a への形成は、通常の成膜方法で行なわれる。

【0054】しかし、通常、成膜速度は成膜面内で一定であり、従って膜厚も均一であるために、成膜面である基板 1 の一面 1a 上に凹凸があると、この凹凸を継承した形で光反射膜 6 が成膜される。そこで、凹部 2a では、光反射膜 6 上部に凹部が形成されやすい。このような場合、図 9 (d) の構造をとることで、透明電極形成時の基板の平滑性を向上でき、安定して透明電極が形成できる。

【0055】以上、本実施形態について、主として上記第 1 実施形態とことなる部分について述べてきたが、本実施形態によれば、金属製の光反射膜 6 を段差部壁面 2c を含む凹部 2a の全面に形成し、隣接する第 1 電極 3 と光反射膜 6 とを電氣的に導通し、結果的に全ての透明電極 3 を導通させているため、上記第 1 実施形態とは逆に全面表示型の EL 素子を提供できる。また、それ以外については、上記第 1 実施形態同様の作用効果を奏する。

【0056】(第 3 実施形態) 本第 3 実施形態を図 10 に示す。図 10 に示す様に、本実施形態の EL 素子 400 は上記第 1 実施形態を变形したものであり、基板 1 の凹凸部 2 を、基板そのものを削るのではなく、基板 1 の一面 1a 上に突出して形成された膜部材 8 を凸部 2b とし、基板 1 一面 1a のうち膜部材 8 の非形成部を凹部 2a として構成したことが、上記第 1 実施形態と異なるところである。

【0057】ここで、図10では、EL素子400において、凹部2a及び透明電極3の上に形成されている発光層4及び対向電極5は省略してある。凸部2bを形成する膜部材8は基板1とは別材質の絶縁物等からなる透明部材であり、単層でも多層でもよく、カラーフィルタとSiO<sub>2</sub>などのオーバコート層からなる積層構造でも良い。つまり、この構造をとることで、マルチカラー化などに適用可能となる。

【0058】次に、本実施形態の製造方法について、図11(a)～(c)を参照して述べる。まず、基板1の一面1a上に、スパッタ法、蒸着法、スピンコート法等、公知の成膜方法を用いて、膜部材8を全面成膜する(図11(a))。次に、その上に、凹部2a形成部分に開口部を有するマスクK3を、レジスト等により形成する(図11(b))。

【0059】そして、サンドブラスト若しくはイオン照射等、またはエッチング液を用いたエッチング等の、物理的又は化学的方法により、マスクK3の開口部の膜部材8を除去し、マスクK3を剥離する(図11

(c))。こうして、残った膜部材8を凸部2bとし除去部分を凹部2aとした凹凸部2が、基板1の一面1aに形成される。

【0060】その後、上記第1実施形態同様に、透明電極3をパターニング形成し、その上に、発光層4及び対向電極5を形成することにより、EL素子400が作製される。そして、本実施形態では、膜部材8の側面が、段差部壁面2cとなるが、この部分に光反射膜6が形成されており、上記第1実施形態と同様の作用効果を奏する。

【0061】(第4実施形態)本実施形態を図12に示す。本実施形態のEL素子500は、上記第1実施形態を変形したものであり、図1に示すEL素子100において、各凹部2aに、絶縁物9を配置した構造である。ここで、図12では、EL素子500において、透明電極3及び絶縁物9の上に形成されている発光層4及び対向電極5は省略してある。

【0062】このような構造をとることで、上記第1実施形態と同様の作用効果を奏するとともに、透明電極3端部の鋭利な形状による電荷集中点を無くすことにより、EL素子を長時間駆動した際の透明電極3端部の電氣的リークを防止することが可能である。(第5実施形態)本実施形態を図13に示す。本実施形態のEL素子600は、上記第2実施形態を変形したものであり、図9(c)に示すEL素子200又は300において、反射防止膜10、11を付与したものである。ここで、図13においても、光反射膜6及び透明電極3の上に形成

されている発光層4及び対向電極5は省略してある。

【0063】図13(a)では、EL素子200又は300において、基板1他面1b全面に、反射防止膜10を設け、図13(b)では、凸部2bと透明電極3との間に反射防止膜11を設けている。ここで、反射防止膜10、11は、所定の可視光を吸収するフィルタ効果を有する材料で構成された薄膜であり、反射防止膜10、11に対して、逆に外からすなわち視野方向から入射した光が、反射防止膜で反射するのを防止する。

【0064】(他の実施形態)なお、凹凸部の断面形状及び平面形状は上記実施形態に限定されるものではなく、適宜設計変更可能である。また、上記各実施形態は、可能であるならば上記以外に組み合わせて用いてもよい。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態に係るEL素子を示す説明図である。

【図2】上記第1実施形態に係るEL素子の製造工程の一例を示す図である。

【図3】図2に続く製造工程を示す図である。

【図4】上記第1実施形態に係るEL素子の製造工程の他の例を示す図である。

【図5】従来のEL素子における光取り出し作用の説明図である。

【図6】本発明者らの試作品における光取り出し作用の説明図である。

【図7】本発明の光取り出し作用の説明図である。

【図8】本発明の凹凸部における段差部形状の各例を示す図である。

【図9】本発明の第2実施形態に係るEL素子を示す説明図である。

【図10】本発明の第3実施形態に係るEL素子を示す説明図である。

【図11】上記第3実施形態に係るEL素子の製造工程を示す図である。

【図12】本発明の第4実施形態に係るEL素子を示す説明図である。

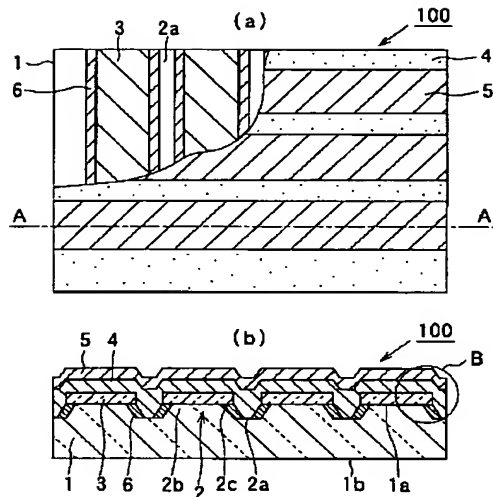
【図13】本発明の第5実施形態に係るEL素子を示す説明図である。

【図14】従来のEL素子構造を示す図である。

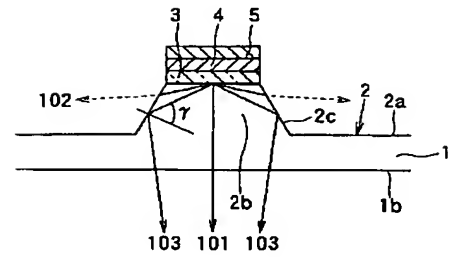
#### 【符号の説明】

1…基板、1a…基板の一面、1b…基板の他面、2…凹凸部、2a…凹部、2b…凸部、2c…段差部壁面、3…透明電極、4…発光層、5…対向電極、6…光反射膜、8…膜部材。

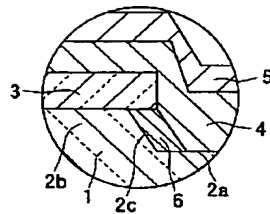
【図 1】



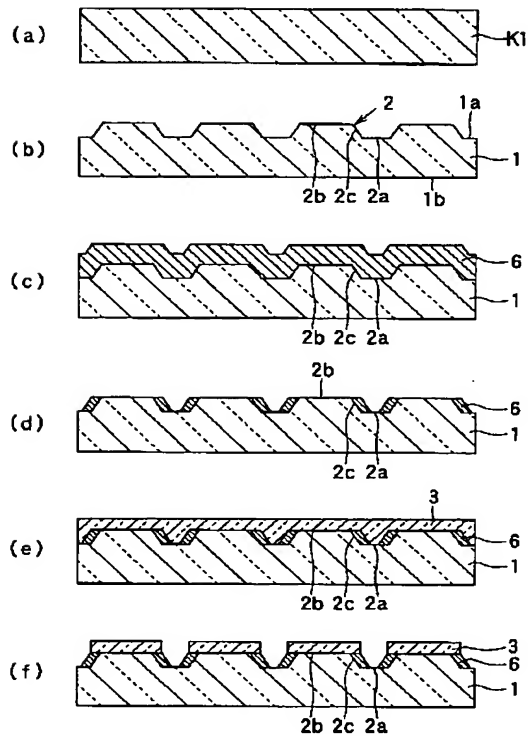
【図 6】



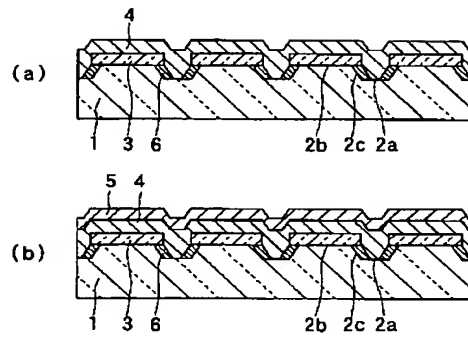
(c)



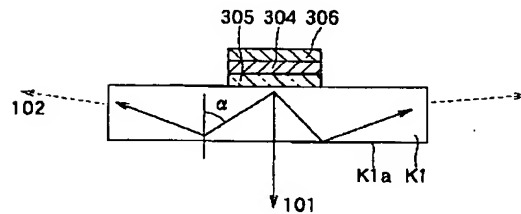
【図 2】



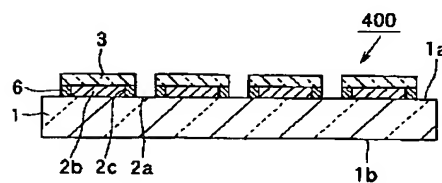
【図 3】



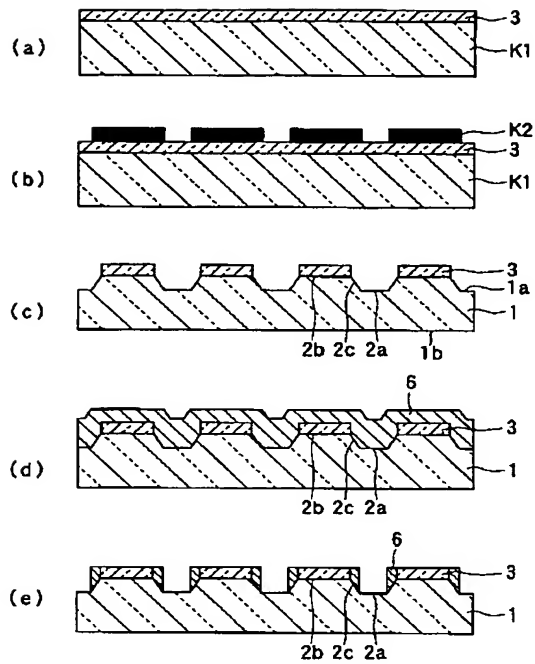
【図 5】



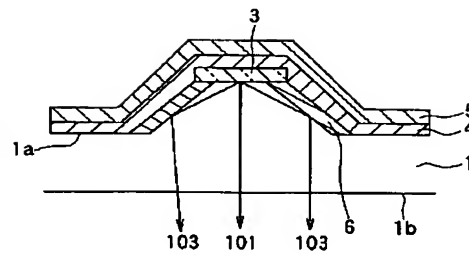
【図 10】



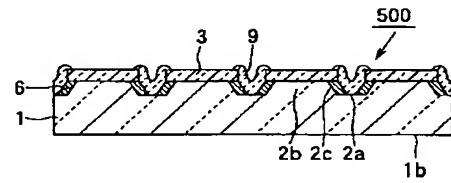
【図 4】



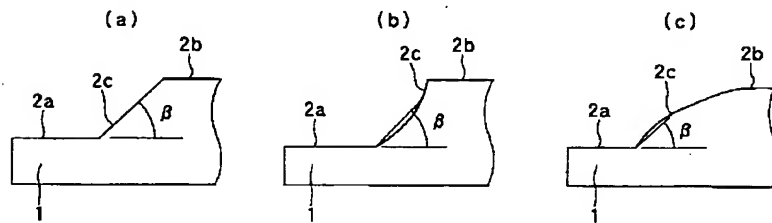
【図 7】



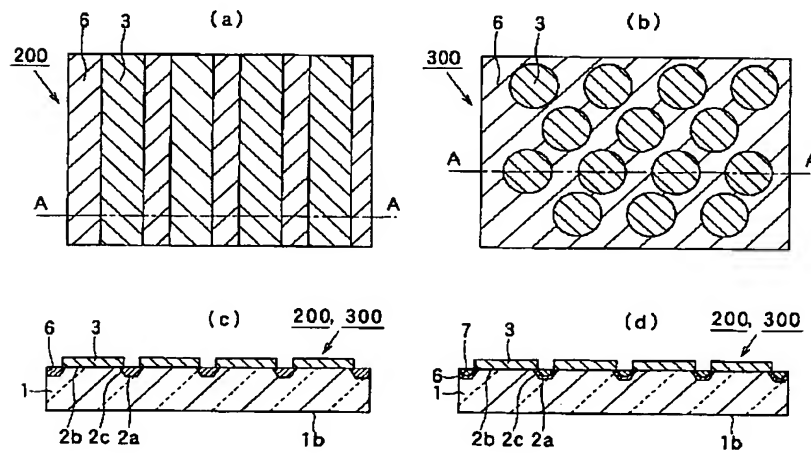
【図 12】



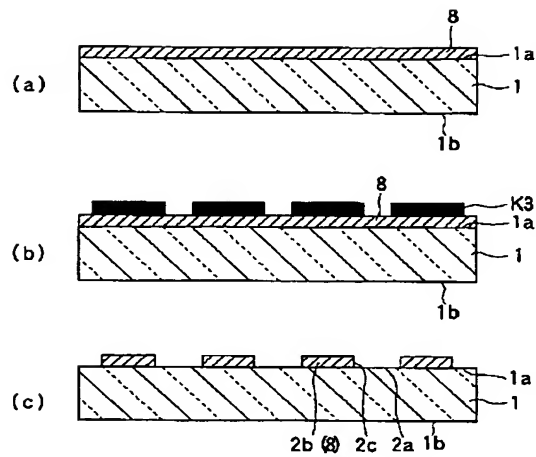
【図 8】



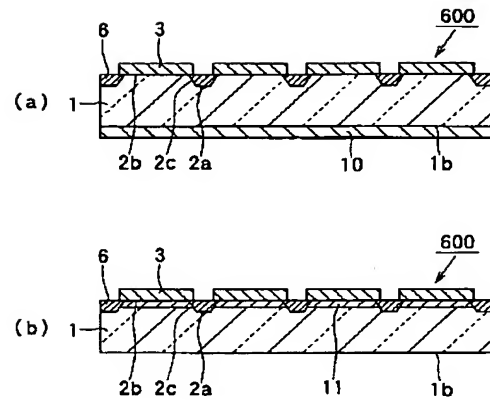
【図 9】



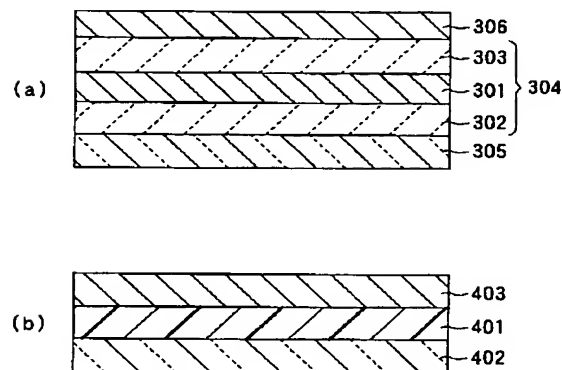
【図 11】



【図 13】



【図 14】



フロントページの続き

(72)発明者 城戸 淳二  
奈良県北葛城郡広陵町馬見北 9 丁目 4 番地  
3

(72)発明者 石川 岳史  
愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会  
社デンソー内

F ターム(参考) 3K007 AB00 AB02 AB03 AB05 BA06  
BB06 CA00 CA01 CB01 DA00  
DA02 DA05 DB02 EB00 EB01  
FA00 FA01